

**APLICACIÓN DE LA NSR- 98 EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
UNO Y DOS PISOS SEGÚN EL TÍTULO E, EN SUS CAPITULOS DEL 1 AL 6,  
EN EL DISTRITO DE BARRANQUILLA EN EL AÑO 2007.**

**ALEX FERNADO MEJIA TURIZO  
ALVARO MURILLO DE LA HOZ  
MARILYN ELENA VILLALBA SANTODOMINGO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA  
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO  
BARRANQUILLA  
2008**

**APLICACIÓN DE LA NSR- 98 EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
UNO Y DOS PISOS SEGÚN EL TITULO E, EN SUS CAPITULOS DEL 1 AL 6,  
EN EL DISTRITO DE BARRANQUILLA EN EL AÑO 2007.**

**ALEX FERNADO MEJIA TURIZO**

**ALVARO MURILLO DE LA HOZ**

**MARILYN ELENA VILLALBA SANTODOMINGO**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de  
ESPECIALISTA EN INTERVENTORIA DE PROYECTOS Y OBRAS CIVILES**

**Asesor Metodológico  
ING. JESUS FRANCO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, CUC  
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS  
BARRANQUILLA**

**2008**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Barranquilla, Julio 05 de 2008

## **DEDICATORIA**

Doy gracias a Dios por ser el padre que me ilumina y acompaña en este camino que he decidido llevar, a mi madre por darme la oportunidad de poder alcanzar una más de mis metas y por su amor y comprensión, a todos los que con su amistad incondicional hoy y siempre han creído en mi.

Gracias,

**MARILYN**

## **DEDICATORIA**

Doy gracias a Dios por las bendiciones obtenidas para alcanzar este logro; a mis padres por acompañarme en todo momento; a mis hermanos por su amor y comprensión. Gracias,

**ALVARO.**

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios por iluminarme cada día para alcanzar este nuevo triunfo; a mis padres por acompañarme durante todo este tiempo; a mis hermanos por su amor y comprensión. Gracias,

**ALEX.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La Corporación Universitaria de la Costa.

A los Ingenieros: Jesús Franco, Jorge Buzón, por su apoyo incondicional y su gran colaboración.

A todos los Ingenieros, Contratistas, Empresas y Entidades Públicas por brindarnos su colaboración durante la elaboración de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
1. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA DE ACUERDO A LA NSR-98 SEGÚN EL TITULO E, EN SUS CAPITULOS DEL 1 AL 6.	2
1.1 NORMAS COLOMBIANAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE NSR-98.	4
1.1.1 VIVENDAS DE UNO Y DOS PISOS	4
1.2 MUROS ESTRUCTURALES	5
1.3 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO	8
1.4 LOSAS DE ENTREPISO, CUBIERTAS, MUROS DIVISORIOS Y PARAPETOS	12
1.5 CIMENTACIONES	15
1.6 RECOMENDACIONES ADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN	24
2. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL CUMPLIMIENTO Y NO CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NSR-98.	29
3. QUE DICE LA NORMA Y QUE SE APLICA EN REALIDAD	34



4. TECNICAS ESTADISTICAS PARA EL ANALISIS DE LA INFORMACION RECOLECTADA	36
4.1 DISEÑO DE LA MUESTRA	36
4.1.1 MUESTRA PARA ESTUDIOS COMPLEJOS	36
4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	38
5. ANALISIS DE RESULTADOS	39
5.1 TABLA DE RESULTADOS	41
6. CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS

**Pág.**

Tabla 1: Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casa de uno y dos pisos (mm).	7
Tabla 2: Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado (mm).	17
Tabla 3: Tabla de Resultados según las encuestas y evidencias fotográficas	38

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Columnas de Confinamiento	26
Figura 2: Ubicación de Columnas de Confinamiento	27
Figura 3: Anclaje de la Columna	27
Figura 4: Vigas de Amarre	28
Figura 5: Viga de Amarre	29
Figura 6: Cintas de Amarre	29

## **INTRODUCCION**

La norma colombiana de diseño y construcción sismorresistente NSR-98 es el documento vigente que dicta los criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de edificaciones en todo el territorio nacional, dicha norma se basa en la ley 400 de 1997, cuya vigencia comienza a partir del año 1998 y que su aplicación es de obligatorio.

Las viviendas de uno y dos pisos son el objeto de estudio de esta investigación, las cuales se clasifican en el grupo de ocupación residencial (R) y en el subgrupo Unifamiliares y Bifamiliares (R-1) según la NSR- 98. En las cuales se deben tener en cuenta aspectos al momento de proyectar y construirse de manera que puedan ser capaces de soportar un fenómeno sísmico u otras solicitaciones diferentes al sismo.

Por lo anterior, la presente investigación tiene por objetivo determinar que tanto se aplica la NSR-98, en el diseño y la construcción de viviendas de uno y dos pisos de acuerdo al título E de la norma en el contenido de sus capítulos del uno al seis en la ciudad de Barranquilla; teniendo en cuenta que actualmente se construyen varios proyectos de viviendas en conjuntos cerrados, abiertos, urbanizaciones y casas donde se invierte el capital de las personas, que en muchos casos representa la mayor inversión de la familia, lo cual haría injusto que se les entregaran viviendas vulnerables ante un evento sísmico o cualquier otro tipo de solicitaciones diferentes a un sismo y que ponga en riesgo la vida y bienes de sus habitantes, agravando aun mas la situación debido al déficit de vivienda para las

familias de bajos recursos que existe en el país; Pues al no poder cubrir totalmente la demanda de vivienda, el escaso número que se logra ofrecer no cumpliría con la norma. Siendo el objetivo principal de salvaguardar la vida de sus habitantes con la debida aplicación de la NSR-98, lo cual de no hacerse se estaría violando las leyes que rigen esta norma lo que acarrearía sanciones civiles y penales por parte de la ley par todos aquellos que no prevean los errores que se pueden cometer por el simple descuido o no aplicación de esta.

Con esta investigación, se busca obtener una muestra significativa para el estudio de la problemática acerca de la aplicación que se le da a la NSR- 98 según el titulo E en viviendas de uno y dos pisos en la ciudad de Barranquilla y de no ser así poder crear más consciencia y control por parte de los constructores y organismos estatales en la aplicación de la NSR-98 para tomar medidas que ayuden a mejorar dicha problemática.

## **1. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA DE ACUERDO A LA NSR-98 SEGÚN EL TITULO E.**

Barranquilla es una ciudad con alto índice de expansión en la parte constructiva por lo cual en los últimos años este campo de trabajo ha tomado mas auge, sin embargo cabe anotar que el repentino crecimiento ha traído consigo la poca atención que constructores le colocan a la veracidad y buen uso de cada uno de los puntos que encierra la norma sismo-resistente del 98 cuando de construir se trata en los diferentes puntos del país y como lo es en este caso este distrito, Ello se agrava con la existencia de suelos arcillosos los cuales se pueden verificar con los mapas de Ingeominas en los cuales se muestra que la presencia de esta cubre un área importante en la ciudad y lo cual ha venido afectado la urbanización desde hace mas de 30 años debido a que no se realizaron los estudios pertinentes acerca del tipo de suelo en el cual se estaba construyendo de aquí que en este tiempo se deslizo el antiguo barrio las Terrazas; actualmente según los estudios realizados en la zona que comprende la carrera 37A y la diagonal 83A, luego de que se reincorporaron las nuevas urbanizaciones y comenzaran a cederse nuevamente se realizaron nuevas investigaciones de donde se diagnostico la presencia de arcillas marinas sensitivas o rápidas, lo cual hace cada vez mas difícil el uso de el titulo E en este sector de la ciudad ya que hasta hoy se hace presente el uso de pilotaje y sin desmeritar este procedimiento el suelo ha seguido cediendo,. trayendo consigo una desmejora y reduciendo de una u otra forma la vida útil de cada edificación, por ende la zona nor - occidental de esta ciudad se hace poco accesible para la aplicación de este titulo por lo cual se procede a investigar en la parte sur occidental en donde no se presenta el mismo tipo desuelo lo que hace mas accesible la construcción de viviendas, para lo cual se

debe concientizar a los constructores sobre el buen uso de la norma en la construcción de viviendas de uno y dos pisos, teniendo en cuenta el título E de la NSR-98, como se describe a continuación:

La normativa sismo resistente en Colombia NSR-98, producto de investigaciones realizadas por parte del instituto de ingeniería sísmica establece algunos criterios y determina cuales son las cualidades que debe tener una vivienda para que pueda ser considerada como sismo resistente.

Para los efectos de diseño y construcción de una vivienda de 1° y 2° pisos sismo resistente, la NSR-98 establece en su título E, criterios y requisitos mínimos a la hora de realizar este tipo de edificaciones. A continuación se describirán los elementos que hacen parte fundamental de la estructura de una vivienda, puesto que son capaces de responder efectivamente a los fenómenos sísmicos

## **1.1. NORMAS COLOMBIANAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMORESISTENTE NSR-98**

### **1.1.1. VIVENDAS DE UNO Y DOS PISOS**

La norma de construcciones sismo resistentes en Colombia NSR-98, producto de investigaciones realizados por parte del instituto de ingeniería sísmica establece algunos criterios y determina cuales son las cualidades que debe poseer una vivienda para que pueda ser considerada como sismo-resistente.

Para que una vivienda sea sismo resistente debe adoptar un sistema estructural ya sea muros confinados, muros de carga o muros estructurales de la siguiente manera:

- a) un conjunto de muros estructurales de carga o de rigidez que resistan los efectos sísmicos horizontales en los dos direcciones principales de la planta.
- b) Un sistema de diafragma que mediante amarres transmita a cada muro la carga que debe soportar.
- c) Un sistema de cimentación de rigidez apropiada que prevenga asentamientos diferenciales y que transmita al suelo las cargas derivadas de la función de cada muro.

La importancia de colocar muros en dos direcciones ortogonales radica en que los muros solo soportan las cargas sísmicas paralelas a su plano.



Los sistemas estructurales sismo resistentes deben ser complementados con un diseño simétrico de la planta, para evitar torsiones, con la continuidad de los muros y amarres estructurales para garantizar la efectividad de los diafragmas y el trabajo en conjunto del sistema estructural.

En busca de la efectividad de los mismos sistemas estructurales la NSR 98 recomienda usar dimensiones modulares que permitan trabajar con elementos constructivos enteros ya que esto mejora la calidad de las obras por que se mantiene la capacidad mecánica de los elementos y se mejora el rendimiento y facilita la mano de obra. Debido a que la fuerza generada por el sismo son fuerzas inerciales se recomienda no colocar elementos muy pesados en la parte alta de las viviendas como por ejemplo tanques de agua para más de un metro cúbico o elementos para cubierta muy pesados.

## **1.2 MUROS ESTRUCTURALES**

Teniendo en cuenta que las viviendas de uno y dos pisos se construyen generalmente con unidades de mampostería ya se ha de arcilla, cemento o sílico-calcáreas, pueden ser de perforación vertical, horizontal o maciza, estas deben cumplir con algunas características de fabricación establecidas en las normas NTC que se mencionan a continuación:

### **- Unidades de concreto:**

- De perforación vertical: NTC 4026 equivalente a la norma ASTM C90
- Unidades portantes de concreto macizo: NTC 4026 equivalente a la norma ASTM C55

- Unidades de concreto de resistencia clase baja: NTC 4026 equivalente a la norma ASTM C129.

**- Unidades de arcilla:**

- De perforación vertical: NTC 4205 equivalente a la norma ASTM C34
- De arcilla macizas: : NTC 4205 equivalente a la norma ASTM C62, C652
- Unidades de arcilla de resistencia clase baja: NTC 4205 equivalente a la norma ASTM C56, C212, C216.

**- Unidades de sílice –calcáreas:** deben cumplir con la norma NTC 922 (ASTM C73)

Los muros según su función se clasifican en:

**- Muros confinados estructurales:** que “son los que además de soportar cargas muertas y vivas soportan fuerzas horizontales causadas por el sismo” estos a su vez se dividen en:

- Muros de carga: además de las fuerzas horizontales soportan las cargas aferentes de entrepisos o de cubiertas.
- Muros de rigidez: solo atienden su propio peso como carga vertical.

**- Muros no estructurales:** solo cumplen la función de separar espacios dentro de la casa y que no soportan ninguna carga adicional a su propio peso.

Los muros estructurales pueden ser confinados o reforzados descritos anteriormente y los reforzados elaborados con elementos de perforación vertical donde se refuerza con acero y se le inyecta mortero denominado también mortero de adición que permite la transferencia de esfuerzos entre el bloque de mampostería y el acero.

Este mortero de pega cuya función principal es adherir las unidades de mampostería debe tener una dosificación no inferior a 1:4 en volumen entre el material cementante respecto a la arena cernida por maya N° 8, su resistencia mínima a la compresión a los 28 días debe ser 7.5Mpa (75kgf/cm<sup>2</sup>) medida en cilindro de 75mm de diámetro por 150mm de altura.

El espesor de los muros puede calcularse con respecto a las dimensiones de muro que se desean de acuerdo a la siguiente manera:

- **DEBIDO A LA ALTURA LIBRE** - Para muros estructurales la distancia libre vertical entre diafragmas no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro. En el caso de cubiertas que constituyan diafragmas inclinados, la medida vertical puede tomarse como la distancia libre entre el diafragma inferior de entrepiso o de cimentación y la altura media del diafragma; y cuando haya vigas de amarre a la altura de dintel, la distancia vertical puede Tomarse hasta este nivel, verificando tanto la distancia por debajo del dintel como la distancia hasta el punto más alto de la culata de remate, la cual debe tener una cinta de amarre en su remate.
- **DEBIDO A LONGITUD LIBRE HORIZONTAL** - Para los muros estructurales la distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro bajo consideración.
- **ESPESOR MÍNIMO DE MUROS DE CARGA CONFINADOS** - En ningún caso, el espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser

inferior al establecido en la tabla E.2-1. Estos espesores mínimos nominales pueden disminuirse solo cuando se realiza el diseño completo de la edificación de acuerdo con los requisitos del capítulo A.1 a A.12 y el Título D de este Reglamento.

- **ESPESOR MÍNIMO DE CONFINADOS MUROS DE RIGIDEZ** – La distancia libre horizontal o vertical, entre apoyos o amarres no puede exceder a 30 veces el espesor del muro. Para esta limitación debe considerarse verticalmente la distancia entre la cimentación y la losa de entrepiso o viga de amarre, o entre la cimentación y la losa de entrepiso y la viga de amarre de la cubierta, y horizontalmente la distancia entre columnas de amarre o muros de carga trabados. En ningún caso el muro puede tener un espesor menor de 100 mm.

<b>ZONA DE AMENAZA SISMICA</b>	<b>NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION</b>		
	<b>UN PISO</b>	<b>DOS PISOS</b>	
		<b>1° NIVEL</b>	<b>2° NIVEL</b>
<b>ALTA</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>100</b>
<b>INTERMEDIA</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>95</b>
<b>BAJA</b>	<b>95</b>	<b>110</b>	<b>95</b>

**TABLA 1.** Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casa de uno y dos pisos (mm).

NOTA: Para estos espesores nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

### 1.3 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO

En las edificaciones de uno y dos pisos que se construyan de acuerdo a las normas sismo resistente, los muros estructurales son muros de mampostería confinada deben seguirse las disposiciones establecidas en este capítulo para los elementos de confinamiento (columnas, vigas y cintas), las cuales corresponden a un procedimiento de diseño empírico. En caso de que se deseen realizar variaciones con respecto a lo requerido aquí, la totalidad del diseño debe realizarse de acuerdo con el Título D del Reglamento.

De igual modo en las viviendas sismo resistentes los materiales usados deben llenar unas especificaciones mínimas las siguientes son las especificaciones establecidas para los materiales utilizables en la construcción de los elementos de confinamiento:

**(a) Concreto** - El concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días,  $f_c$ , igual o superior a 17.5 MPa.

**(b) Acero de refuerzo** - El acero de refuerzo longitudinal puede ser liso o corrugado. En ningún caso, el acero de refuerzo puede tener un límite de fluencia,  $f_y$ , inferior a 240 MPa.

## - COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

En general, las columnas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslapo en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. Cuando una columna tenga dos niveles, se puede realizar un empalme por traslapo en cada nivel. Las columnas de confinamiento se deben vaciar con posterioridad al alzado de los muros estructurales y directamente contra ellos.

La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 20 000 mm<sup>2</sup> (200 cm<sup>2</sup>), con espesor igual al del muro que confinan; deben colocarse columnas de amarre en los extremos de los muros estructurales seleccionados, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.

El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

**(a) Refuerzo longitudinal** - No debe ser menor de 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó 3 barras N°4 (1/2") ó 12M (12 mm).

**(b) Refuerzo transversal** – Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N°2 (1/4”) ó 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.

## **- VIGAS DE CONFINAMIENTO**

En general, las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado.

El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan.

El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior a 15 000 mm<sup>2</sup> (150 cm<sup>2</sup>).

Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta. Deben ubicarse amarres en los siguientes sitios:

**(a)** A nivel de cimentación - El sistema de cimentación constituye el primer nivel de amarre horizontal.

**(b)** A nivel del sistema de entrepiso en casas de dos niveles - Las vigas de amarre pueden ir embebidas en la losa de entrepiso. En caso de utilizarse una losa maciza de espesor superior o igual a 75 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa.

**(c)** A nivel del enrase de cubierta - Se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma.

- Vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.

- Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas. En este caso, se debe verificar, de acuerdo con E.2.4.1, la necesidad o no de amarre a nivel de dinteles.

#### **- REFUERZO MINIMO**

El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

**(a) Refuerzo longitudinal** - El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110 mm.



Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) con límite de fluencia,  $f_y$ , no inferior a 420 MPa.

**(b) Refuerzo transversal** - Considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 100 mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz.

Cuando una viga de amarre cumpla funciones adicionales a las aquí indicadas, como servicio de dintel o de apoyo para losa, ésta debe diseñarse de acuerdo a los requisitos del Título C de estas normas, adicionando a la armadura requerida por las cargas la aquí exigida para la función de amarre.

## **- CINTAS DE AMARRE**

Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc. Indistintamente, se puede utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos:

**(a)** Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 100 mm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzada mínimo con dos barras longitudinales N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales.

**(b)** Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente con mínimo dos barras N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm) ó una barra N° 4 (1/2”) ó 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 7.5 MPa.

Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre se debe anclar en los extremos terminales.

#### **1.4. LOSAS DE ENTREPISO, CUBIERTAS, MUROS DIVISORIOS Y PARAPETOS**

##### **- LOSAS DE ENTREPISO**

Entrepiso debe diseñarse para las cargas verticales establecidas en el Título B de la norma NSR-98. Debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma. Cuando el sistema de entrepiso utilizado no garantice el trabajo de diafragma, no se puede utilizar el presente Título para el diseño de la edificación.

**REQUISITOS** - Los sistemas de entrepiso que trabajan como diafragma deben estar contruidos monolíticamente. Se deben cumplir los siguientes requisitos:

**(a)** Las losas de entrepiso en concreto reforzado deben cumplir lo dispuesto en el Título C de estas normas.

**(b)** Los esfuerzos de contacto por las cargas concentradas de dinteles, vigas o elementos de placa, no pueden exceder el 40 % de la resistencia bruta especificada para las unidades de mampostería.

**(c)** Cuando se utilicen placas prefabricadas el espesor real mínimo del muro debe ser de 120 mm y el apoyo de la placa no puede ser inferior a 20 mm. Para considerarla como diafragma se debe utilizar un recubrimiento con espesor mínimo 25 mm con resistencia a la compresión al menos de 7.5 Mpa a los 28 días y reforzado al menos en la dirección transversal a la de carga. Los elementos de la losa deben apuntalarse provisionalmente hasta que se garantice el trabajo de conjunto de losa y de muro.

## **- CUBIERTAS**

Los elementos portantes de cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc. que garanticen la estabilidad del conjunto.

## **- SOLERAS**

Las correas o los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la solera que sirve de amarre al muro confinado (viga o cinta de amarre).

## **- CUBIERTAS EN CONCRETO**

Cuando la cubierta sea construida en concreto reforzado debe cumplir los requisitos de E.4.1. Deben tomarse precauciones para evitar que la exposición directa a la radiación solar produzca expansiones y contracciones que lesionen la integridad de los muros estructurales.

## **- MUROS DIVISORIOS**

Los muros divisorios sólo cumplen la función de separar espacios dentro de la edificación y por lo tanto no se consideran estructurales. Deben ser capaces de resistir las fuerzas que el sismo les impone bajo su propio peso.

Los muros divisorios de mampostería deben estar adheridos a la estructura general de la edificación mediante mortero de pega en los bordes de contacto con los diafragmas superior e inferior y con los muros estructurales adyacentes. Deben tomarse todas las precauciones para evitar que, ante la ocurrencia de un sismo, estos muros divisorios se vuelquen, especialmente cuando no son de altura total y no lleguen al diafragma estructural en su parte superior.

Cuando el muro divisorio consista en un solo paño aislado, debe anclarse al diafragma superior por medio de refuerzos resistentes a tracción, que impidan su vuelco. Los elementos divisorios en materiales más flexibles (madera, canceles, cartón y yeso, plástico, etc.) se deben anclar a la estructura principal.

## **- PARAPETOS Y ANTEPECHOS**

Los parapetos actúan como elementos en voladizo sometidos a una fuerza horizontal perpendicular a su propio plano.

**Parapetos** - Todo tipo de parapeto de altura igual o inferior a 1.5 m se debe anclar al diafragma inmediatamente inferior mediante una cinta de remate y columnas de amarre ubicadas a distancias no mayores de 3 m, teniendo siempre una columna de amarre en cada extremo. Los parapetos de alturas mayores a la indicada deben diseñarse siguiendo las prescripciones del Título D de la NSR-98.

**Antepechos** - Los antepechos de mampostería para balcones se deben anclar al diafragma inferior mediante una cinta de remate y columnas ubicadas en las esquinas, en los extremos y a distancias intermedias no mayores de 1.5 m.

## **1.5 CIMENTACIONES**

### **- SISTEMA DE CIMENTACION**

El sistema de cimentación contemplado en este capítulo está compuesto por una malla de cimientos que configuran anillos rectangulares en planta, una loseta de piso y los elementos especiales de transferencia de carga al suelo de cimentación, si los hubiere.

En conjunto, debe garantizarse que el sistema de cimentación es capaz de transferir al suelo las cargas verticales y laterales especificadas para la construcción, dentro de los límites de deformaciones totales y diferenciales aceptados para las casas de mampostería estructural.

### **- CONFIGURACION EN PLANTA**

Los elementos de la malla de cimentación, ciclópeo más viga de corona ó concreto reforzado, deben configurar anillos rectangulares continuos en toda la planta de la edificación, con dimensiones interiores no mayores de 4.0 m. La intersección de los elementos de cimentación debe ser monolítica y los refuerzos deben anclarse con ganchos estándar de 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal.

Los elementos que no rematen en cimientos transversales estructurales por ser discontinuos, no deben considerarse como parte de la malla de cimentación.

Todo muro estructural de carga ó de rigidez se debe apoyar y anclar a un elemento estructural integrante de la malla de cimentación.

#### **- CIMIENTOS EN MALLAS DE CICLOPEO Y VIGAS DE CIMENTACION**

Los cimientos de concreto ciclópeo dispuestos en, deben tener sección rectangular con una altura mínima de 200 mm y ancho que corresponda a las cargas del muro que soporta y a la capacidad portante del suelo, pero en ningún caso menor de 300 mm.

#### **- ELEMENTOS TRANSVERSALES**

Los cimientos excéntricos de concreto ciclópeo de medianería o de junta, deben tener cimientos perpendiculares que garanticen su estabilidad. Los elementos transversales no se deben espaciar a más de 3 m entre centros y la geometría de la sección debe ser igual a la de los cimientos centrales en su dirección.

#### **- VIGA DE AMARRE**

En los ejes de muros estructurales, deben coronarse el cimiento de concreto ciclópeo con una viga de amarre de espesor mayor o al menos igual al del muro que va a soportar.

#### **- DIMENSIONES**

La altura de esta viga de corona se debe determinar para que sea capaz de resistir en conjunto con el concreto ciclópeo, las discontinuidades que se presentan en los vanos de las puertas y ventanas, suponiendo una reacción uniforme del suelo en el cimiento. En ningún caso la altura de esta viga puede ser inferior a 200 mm.

#### **- REFUERZO**

La viga de corona debe tener al menos cuatro barras longitudinales N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), dos arriba y dos abajo y estribo de barra N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados cada 200 mm. En las esquinas deben evitarse los dobleces en ángulo recto de la armadura a más de 50 mm de la cara exterior. La resistencia del acero no debe ser menor de 240 MPa. Puede usarse acero de mayor resistencia y el diámetro de las barras puede modificarse manteniendo constante el producto del área de la barra por su resistencia.

#### **- ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO**



El concreto especificado para las vigas de corona debe ser de resistencia no inferior a 17.5 MPa. En la elaboración del concreto ciclópeo puede utilizarse agregado pétreo con un tamaño máximo igual a la mitad del ancho de la sección de ciclópeo, pero no mayor que 250 mm. El concreto que conforma la matriz del ciclópeo debe ser de las mismas características del concreto de la viga de corona.

#### **- CIMIENTOS EN MALLAS DE CONCRETO REFORZADO**

Los cimientos de concreto reforzado dispuestos en planta como se especifica la NSR-98 deben tener una sección rectangular con dimensiones no menores a las especificadas en la NSR-98 tabla E.5-1.

#### **- CIMIENTOS EXCÉNTRICOS**

Los cimientos excéntricos de concreto reforzado de medianería o de junta, deben tener cimientos perpendiculares que garanticen su estabilidad. Los elementos transversales no se deben espaciar a más de 4.0 m entre centros y su geometría y refuerzo deben ser iguales a los mínimos especificados para los cimientos centrales en su dirección.

CONDICION DE APOYO	CONSTRUCCIONES DE UN PISO		CONSTRUCCIONES DE DOS PISOS	
	ANCHO	ALTO	ANCHO	ALTO
SUELO NATURAL	250	200	300	300
PLATAFORMA DE SUELO MEJORADO (Cimientos formaleteados)	200	200	250	250

**TABLA 2.** Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado (mm).

### REFUERZO MINIMO

Los elementos de los cimientos que constituyen la malla de cimentación deben tener el siguiente refuerzo mínimo, colocado simétricamente en la sección y repartido en dos caras:

#### (a) Refuerzo longitudinal:

Construcciones de un piso: 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm)

Construcciones de dos pisos: 4 barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm)

**(b) Refuerzo transversal:**

Estribos cerrados del N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm) espaciados a 200 mm.

**Resistencia del refuerzo-** En el refuerzo el límite de fluencia,  **$f_y$** , no debe ser inferior a 240 Mpa para barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) y N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm). Para barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) el límite de fluencia debe ser superior o igual a 420 MPa.

## **INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**

### **INSTALACIONES SOBREPUESTAS**

Las instalaciones hidrosanitarias deben colocarse preferiblemente por encima de la malla estructural de cimentación, utilizando piezas de sobrecimiento entre la malla y el contrapiso y realizando una impermeabilización lateral y horizontal adecuada en mortero con impermeabilizante integral.

### **INSTALACIONES EMPOTRADAS**

Cuando se requiera atravesar con instalaciones hidrosanitarias los elementos borde de la malla estructural, se deben cumplir las siguientes condiciones:

**NSR 98 – Capítulo E.5 – Cimentaciones E-13**

- (c) El diámetro del tubo que atraviesa no debe ser mayor de 150 mm.
- (d) El tubo se debe ubicar en el tercio central del elemento de concreto reforzado ó del elemento de ciclópeo.
- (e) Las perforaciones en los elementos de cimentación no pueden tener alturas mayores de 150 mm ni longitudes mayores de 300 mm.
- (f) La altura de los elementos perforados se debe incrementar en la dimensión vertical de la perforación si ésta excede el 50% de la altura original del elemento.
- (g) En perforaciones de altura superior o longitud superior a 150 mm, se deben colocar dos estribos adicionales a cada lado de la perforación a 50 mm de la misma y espaciados a 100 mm uno de otro. No se requiere colocar refuerzo longitudinal adicional.

**Perforaciones para instalaciones:** Se pueden perforar las vigas de corona ó en las mallas de concreto reforzado individualmente con tuberías de diámetro menor o igual a 60 mm sin requisitos especiales. Los cimientos en ciclópeo, por debajo

de la viga de corona, se pueden perforar con tubos hasta de 100 mm de diámetro y en longitudes hasta de 300 mm, sin requisitos especiales.

## **INSTALACIONES ENTERRADAS**

Cuando las instalaciones hidrosanitarias se ubiquen por debajo de la malla de cimentación, la distancia vertical entre el fondo de la malla y el borde superior de la tubería debe ser mayor de 100 mm. La intersección entre los elementos de la malla de cimentación y la zanja de la instalación se debe rellenar con un concreto pobre.

## **CONTRAPISOS**

Cualquiera que sea el sistema de cimentación que se adopte, debe garantizarse que actúa como un diafragma. La malla de cimentación, la loseta de contrapiso, los elementos especiales y suplementarios de transferencia de cargas al suelo de cimentación, el relleno colocado entre los elementos de la malla y la interacción del sistema de cimentación con el suelo por fricción y por empujes pasivos y activos, configuran el diafragma a nivel de cimentación.

## **MORTERO**

La loseta de contrapiso que configura el acabado de piso, debe consistir en un mortero de acabado hecho con arena gruesa ó en un concreto de alizado hecho

con agregado fino, de espesor no inferior a 30 mm. El refuerzo utilizado cumple únicamente los propósitos de atender la retracción de fraguado, para lo cual se pueden utilizar mallas de alambre, fibras incorporadas, lienzos especiales, anjeos, o elementos de similar o mejor funcionamiento.

## **VACIADO**

La ubicación de la loseta de contrapiso depende de la ubicación relativa de la malla de cimentación respecto del nivel de piso. En cualquier caso, la loseta de contrapiso se debe vaciar contra los muros estructurales, sobre un relleno compactado de material seleccionado (recebo).

## **ESPECIFICACIONES ESPECIALES**

### **JUNTAS**

El estudio geotécnico debe indicar la localización de las juntas en la cimentación. En ausencia de estudio geotécnico, las juntas entre casas deben hacerse a distancias no mayores de 30 m. La separación neta de la junta no debe ser inferior a 25 mm por cada piso de construcción.

### **MUROS DIVISORIOS NO ESTRUCTURALES**

Los muros divisorios no estructurales pueden apoyarse directamente sobre la loseta de piso, sin precauciones adicionales. Opcionalmente se pueden utilizar

cintas de apoyo a nivel de la malla, como elementos secundarios, para cimentar los muros divisorios. En las intersecciones entre muros divisorios o entre éstos y los estructurales, debe evitarse la traba física y se deben emplear conectores flexibles cada 400 mm, del tipo malla de cernir No. 4, en dimensiones de 100 mm x 200 mm ó estribos en alambre de diámetro 4 mm de las dimensiones indicadas.

## **SUELOS COMPRESIBLES**

Cuando los suelos sean excesivamente compresibles, de capacidad inferior a la establecida en E.5.1.4 (d), se puede utilizar alguna de las propuestas de este capítulo, si previamente se ha realizado una plataforma de suelo mejorado, compactada mecánicamente mínimo en 3 capas de 100 mm a una densidad Proctor del 90%.

## **NSR-98 – Capítulo E.5 – Cimentaciones E-14**

## **CONSTRUCCIONES EN LADERA**

Cuando los desniveles entre el suelo y el espacio de la vivienda exija sistemas de contención, éstos se deben diseñar atendiendo las disposiciones del Título H y disponiendo los elementos adicionales requeridos para resistir las cargas laterales allí especificadas.

Para pendientes superiores al 20% debe garantizarse la estabilidad en la cimentación, empleando procedimientos tales como pilares en concreto ciclópeo de sección circular, dispuestos en las esquinas del borde inferior de ladera, a distancias no mayores de 5 m entre centros y anclados no menos de 1 m en el suelo natural. La esquina de la malla de cimentación correspondiente a cada pilar se debe anclar mediante 4 barras del N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) formando una canastilla de 150 mm x 150 mm que debe penetrar en el pilar al menos 500 mm y anclarse en los elementos de la malla de cimentación.

## **NSR-98 – Capítulo E.6 – Recomendaciones adicionales de construcción E-15**

### **1.6 RECOMENDACIONES ADICIONALES DE CONSTRUCCION**

Por ser de carácter muy general las disposiciones establecidas en este Título y por no requerir supervisión técnica especial para las construcciones aquí establecidas, las actividades de construcción deben ser especialmente cuidadosas con objeto de que el funcionamiento previsto de la obra en eventos sísmicos sea apropiado. El grado de generalización involucrado no exime de las verificaciones de calidad en los materiales utilizados, del cumplimiento de las tolerancias establecidas a lo largo de estas normas, ni de los procedimientos de obra realizados al mejor nivel



posible. A continuación se establecen, de manera simplificada y también general, los procedimientos de ejecución de la construcción.

## **CIMENTACIONES**

### **PREPARACION DEL TERRENO**

En esta fase se deben retirar los materiales no apropiados para soporte de la edificación como son escombros, material vegetal, suelo suelto, etc. Igualmente se deben realizar los drenajes interiores y laterales necesarios y se deben determinar los niveles necesarios de tuberías y de la malla de cimentación. Si fuere necesario, se deben ejecutar las plataformas de suelo mejorado, compactado en capas no mayores de 150 mm ni menores de 100 mm.

### **ZANJAS**

Se deben realizar de manera simultánea las zanjas requeridas para las instalaciones y para la malla de cimentación. Del fondo de las zanjas para los elementos estructurales se debe retirar el material suelto y se debe colocar un mortero pobre de limpieza de unos 40 mm de espesor. En caso de que la malla lleve concreto ciclópeo, en este momento se debe proceder a su vaciado.

### **COLOCACION DE LAS ARMADURAS**

Tanto los refuerzos longitudinales como los refuerzos transversales deben estar separados del suelo natural no menos de 50 mm en suelo seco, ni menos de 75 mm en suelo húmedo. Las tolerancias en recubrimientos y colocación de las armaduras con respecto a lo indicado en los planos deben ser de 10 mm. Una vez colocadas las armaduras de la cimentación, se deben fijar y anclar las armaduras de arranque de las columnas en los sitios indicados en los planos.

## **COLOCACION DEL CONCRETO**

El concreto de la malla de cimentación se debe colocar empezando por los ejes de los muros de carga y siguiendo con los ejes transversales en barrido continuo. La suspensión provisional del vaciado del concreto se debe hacer mediante juntas verticales en los ejes de los muros de rigidez (transversales a los de carga). Durante la compactación del concreto colocado debe evitarse cualquier modificación en la posición de las armaduras de arranque de las columnas.

## **MUROS ESTRUCTURALES Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**

En la ejecución de los muros se debe utilizar el siguiente procedimiento.

**(a) Hiladas de sobrecimiento** - Se debe picar, limpiar y humedecer la parte superior del concreto ciclópeo donde se coloca el mortero de pega de la primera hilada. Este mortero debe contener un impermeabilizante integral. La primera hilada de sobrecimiento, o hilada madrina, debe ir rematada con mortero que también contenga impermeabilizante integral.

**(b) Ejecución del muro** - La construcción del muro se debe ejecutar siguiendo el patrón de colocación de las unidades, teniendo la precaución de dejar los espacios requeridos para las columnas de confinamiento. Al momento de la ejecución del muro, se deben colocar los conectores flexibles establecidos para las intersecciones con muros no estructurales.

## **EJECUCION DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**

Una vez se haya dispuesto el refuerzo vertical y el refuerzo horizontal de las columnas, se deben colocar los testeros laterales que constituyen la formaleta de las columnas, permitiendo que el concreto fundido haga contacto con la superficie terminal del muro confinado, la cual

## **NSR-98 – Capítulo E.6 – Recomendaciones adicionales de construcción E-16**

Debe estar libre de rebabas y de materiales que restrinjan la adherencia entre el concreto y la mampostería. El refuerzo vertical de la columna debe sobresalir de la superficie de enrase la cantidad necesaria para realizar los empalmes por traslapo con la columna superior si la hubiese; el remate del refuerzo vertical debe anclarse, llevándolo hasta la parte superior de la viga de confinamiento, utilizando ganchos de 90°. La parte superior del gancho debe quedar a distancia no mayor de 50 mm de la cara superior de la viga ó cinta de remate.

## **EJECUCION DEL CONTRAPISO**

Una vez vaciadas las columnas de confinamiento del primer piso se deben ejecutar los rellenos complementarios en recebo entre el suelo natural y la loseta de contrapiso. Sobre la superficie nivelada del recebo, se deben colocar las armaduras de la loseta, para proceder a vaciar el material de ésta, (concreto con agregado fino o mortero con arena gruesa), llevándola siempre hasta la cara de los muros estructurales y las columnas.

## **EJECUCION DE LOS MUROS NO ESTRUCTURALES**

En los sitios indicados en los planos, se debe construir la hilada madrina, con mortero colocado directamente sobre el contrapiso. Las conexiones requeridas para intersecciones se deben anclar en las correspondientes juntas de pega.

## **LOSA DE ENTREPISO**

La colocación de los elementos prefabricados del entrepiso, si los hay, y de las formaleas, cimbras, testeros, etc. debe realizarse de acuerdo con los planos.

Una vez se hayan colocado las armaduras de vigas, las conexiones mecánicas especiales, las armaduras de la losa, etc., se puede proceder al vaciado y compactación del concreto del entrepiso, sometiénolo a un proceso de curado adecuado. Deben haber transcurrido por lo menos 24 horas entre el vaciado de las columnas de confinamiento y el vaciado de la losa de entrepiso.

A partir de ejecución de la losa de entrepiso el proceso de ejecución del segundo nivel es idéntico al del primer nivel hasta la altura de dinteles.

## **CULATAS, AMARRES Y CUBIERTAS**

En esta fase del proceso constructivo se deben ejecutar las vigas de amarre, las soleras, las culatas laterales (cuchillas) y los anclajes de cubierta. Las columnas se deben vaciar previamente hasta altura de dinteles dejando la longitud de refuerzo para empalmes ó con la longitud total del mismo hasta nivel de remate.

Los remates de todo tipo de refuerzo longitudinal de columnas, vigas de amarre ó cintas, debe terminar en ganchos estándar a 90°, anclando cada refuerzo de un elemento, en el elemento que le sea transversal.

**-Lozas de entrepiso:** estos sistemas deben trabajar como diafragma y estar contruidos monolíticamente, para garantizar de esta manera suficiente rigidez para que pueda realizar su trabajo como diafragma.

**-Cimentación:** el sistema de cimentación que esta establecido en el titulo E, esta compuesto por una malla de cimientos que configuran anillos rectangulares en planta, una loseta de piso, cuyo conjunto debe garantizar que el sistema de cimentaciones sea capas de transferir al suelo las cargas verticales y laterales especificadas; por lo tanto el titulo E de la presente norma nos presenta dos tipos de cimentación el 1° cimentación en mallas de ciclópeo y vigas de cimentación y el 2° cimientos en malla de concreto reforzado.

## **2 ASPECTOS RELACIONADOS CON EL NO CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NSR-98.**

### **COLUMNAS DE CONFINAMIENTO:**

**Dimensiones de la columnas de confinamiento.**



**Fig 1. Columnas de confinamiento**

Se ha verificado que si se cumple con las dimensiones establecidas para las columnas de confinamiento según el título E en su numeral E.3.3.2

**Ubicación de columnas de confinamiento:**





**Fig. 2. Ubicación de columnas de confinamiento**

Si se cumple, en los casos vistos con la ubicación de las columnas de confinamiento, ya que estas se presentan en los extremos de muros estructurales, en las intersecciones con otros muros y en lugares intermedios no mayores a 35 veces el espesor efectivo del muro.

**Anclaje de la columna:**



### **Fig. 3. Anclaje de la columna**

La columna se ancla a la cimentación, como se establece en el inciso E .3.3.1. Pero en algunos casos se presentan ganchos de refuerzo longitudinal que no poseen la longitud adecuada, para un buen anclaje y dichos ganchos no son estándar a 90 grados.

Según el título **E. 3.3. 4 – Refuerzo mínimo.**

#### **Refuerzo longitudinal.**

En los casos registrados, se pueden demostrar que cumplen con lo establecido en el inciso a del numeral E.3.3.4, utilizando el refuerzo exigido en la norma.

#### **Refuerzo transversal.**

En los casos visto se puede ver que no se cumple totalmente, con el número de refuerzo longitudinal establecido ( o  $\frac{1}{4}$  ") en el inciso b, y la distancia entre estribos no es la apropiada. (Espaciados a cada 200mm y los primeros seis estribos a 100 mm, en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.)

### **Calidad del refuerzo.**

Aunque en el título E, no se menciona acerca del buen estado que deben tener los materiales, en este caso se muestra que algunos de los refuerzos tanto longitudinales como transversales presentan corrosión, pues en algunos casos no es tomado en cuenta el buen almacenamiento de los materiales.

#### **E.3.4 Vigas de confinamiento**



**Fig. 4. Vigas de confinamiento**

Generalmente la cinta de amarre se presenta en concreto reforzado.



### **Fig. 5. Vigas de amarre**

Como se puede observar en la figura 4, la viga de amarre no es continua en la parte frontal de la vivienda, lo cual no se debería hacer porque las vigas de amarre deben ubicarse sobre los muros de tal manera que se formen anillos cerrados con lo cual se permite garantizar el trabajo de estas.

Por otra parte en la misma figura 4, se observa que la vivienda no remata con la cinta de amarre, con lo cual se establece que esta construcción no se han previsto los requerimientos de la NSR- 98.

### **3. QUE DICE LA NORMA Y QUE SE APLICA EN REALIDAD**

La NSR-98 permite en su título E conocer cada uno de los pasos a dar para llevar a cabo la construcción de una vivienda de uno y dos pisos, teniendo en cuenta el tipo de cimentación que se va a usar en este caso cimentaciones corridas; se ha observado que independientemente de la cimentación siempre es de gran importancia los conceptos tales como: muros estructurales, calidad en la construcción, vigas de amarre, vigas de cimentación, cintas de amarre, columnas, losas de entrepiso, cubiertas, acabados, pisos, etc, incluso hasta la resistencia que la estructura va a tener ante un sismo independientemente de la zona en que se este trabajando, ya sea alta intermedia o baja por ende conocer cada uno de estos conceptos y la manera como se lleva a cabo el proceso constructivo de dichas viviendas es lo que ha incentivado a este grupo de trabajo a dicha investigación para así poder tener una mejor visualización ante lo técnico, de donde hacen parte dichos procesos constructivos, como lo social que es el producto que se va a entregar a una sociedad en general.

Por tanto si se cuenta con esta valiosa herramienta no seria justo realizar viviendas de este tipo y que no cumplan con las especificaciones mínimas a las que haya lugar, para enfatizar un poco más y así pode aclarar cada uno de los interrogantes anotados se ha optado por la realización de un análisis acerca la construcción de viviendas de uno y dos pisos en la ciudad de Barranquilla, para lo cual se utilizaron las siguientes técnicas para la recolección de información:

- a) Visita a curadurías urbanas: las cuales se realizaron para que dichas oficinas pudieran colaborar con los proyectos que se estaban realizando actualmente en la ciudad.
- b) Visitas a obras: para llevar acabo estas visitas como primera medida se opto por conseguir un listado general de las construcciones de vivienda en la

ciudad de Barranquilla, así de esta manera se estableció el punto clave donde se realizaría dicha investigación. Ya obtenido dicho punto se hizo el traslado a estas y así con los permisos necesarios por parte del constructor se realizaron preguntas y se tomaron evidencias fotográficas que contribuyeran con dicha encuesta realizada.

c) Visitas a empresas constructoras: No obstante con las visitas a obras se realizaron visitas a empresas constructoras las cuales también apoyaron a la realización de esta investigación ya que suministraron información según la encuesta realizada.

d) Empleo de formato para la recolección de información: para llevar a cabo dicha investigación y para las visitas a obra y a empresas se hizo necesario la utilización de un formato en el cual se encontraban una serie de preguntas concernientes a la NSR-98 según lo estipulado en su título E, el cual se configuró con 73 preguntas estructuradas y algunas semi-estructuradas, asociadas con los objetivos de la investigación, y desglosadas en cinco capítulos pertenecientes a la norma sismo resistente 98 (NSR98), como son:

Cap.E.2muros estructurales, Cap.E.3 elementos de confinamiento, Cap. E. 4 losas de entrepiso, cubiertas, muros divisorios y parapetos, Cap.E.5 cimentaciones, Cap. E. 6.recomendaciones adicionales de construcción.

e) Evidencias fotográficas: para constancia de esta investigación y como en todo proyecto debe existir pruebas, en cada visita realizada se optó por la toma de fotos para así realizar una comparación y analizar más detalladamente el proceso constructivo durante su ejecución.



De esta manera fue como se obtuvieron los datos con los cuales a continuación se mostraran los resultados encontrados después de un minucioso análisis realizado a una muestra significativa de construcciones de viviendas de uno y dos pisos en la ciudad de Barranquilla, según las recomendaciones del título E de la NSR-98 para así poder establecer el cumplimiento de esta al momento de llevarse a cabo dichas construcciones.

#### **4. TECNICAS ESTADISTICAS PARA EL ANALISIS DE LA INFORMACION RECOLECTADA**

##### **4.1 DISEÑO DE LA MUESTRA**

Luego de haber realizado la recolección de la información para el estudio concerniente a la aplicación de la NSR- 98 según el título E en la construcción de viviendas de uno y dos pisos en la ciudad de Barranquilla, se optó por la siguiente fórmula estadística que dará como resultado una muestra de la información recolectada en las visitas a campo (urbanizaciones, conjuntos residenciales, casas independientes, empresas constructoras, etc.), con la cual se podrá establecer un estimativo con el cual se pretende realizar el análisis para así poder establecer la aplicación de la NSR-98 según su título E por parte de los profesionales, empresarios y propietarios en esta ciudad, teniendo en cuenta esto se tiene:

##### **4.1.1 Muestra para estudios complejos**

La cual se aplica cuando se observan las siguientes condiciones:

- a- una población pequeña (menor a 10 mil elementos).
- b- varios grupos entre los que se fijara la muestra.
- c- un cuestionario con demasiadas preguntas (mas de 50).
- d- Numerosas preguntas abiertas.
- e- Cuando se conoce exactamente la población.

Tipo de muestra:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{N (E)^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

Z = nivel de confianza requerido para generalizar los resultados hacia toda la población.

p. q = Se refiere a la variabilidad del fenómeno estudiado.

E = Error de muestreo.

n = Muestra.

N = Población

Solución de la formula:

$$n = \frac{(1.65)^2 \times (0.50) \times (0.50) \times 1980}{1980 \times (0.15)^2 + (1.65)^2 \times (0.50) \times (0.50)}$$

$$n = \frac{1346,4}{45,23}$$

$$n = 29.76 \approx 30$$

Después de haber aplicado la formula esta arrojo como resultado un total de 30 casas como muestra para el estudio a realizar.

## 4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra descansa en el principio de que las partes representan el todo por lo tanto refleja las características que define la población de la cual fue extraída, la cual nos indica que es representativa. Es decir que para hacer una generalización exacta de una población es necesario una muestra totalmente representativa, y por lo tanto la validez y tamaño de la muestra.

Teniendo en cuenta este concepto y las características del proyecto en cuestión se optó por la aplicación de esta fórmula para obtener la muestra del presente trabajo en donde la cantidad de elementos que hacen parte de la población en estudio no sobrepasan los 10000 elementos, de aquí y teniendo en cuenta los lineamientos de la fórmula, se pudo obtener una muestra representativa para poder realizar este trabajo.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

Haciendo un breve análisis luego de haber recolectado las evidencias necesarias y realizar mediante formulas y demás un estudio acerca la Aplicación de la NSR-98 en la construcción de viviendas de uno y dos pisos según el titulo E en sus capítulos del 1 al 6 en la ciudad de Barranquilla, para así poder llevar a cabo esta investigación se puede observar mediante los resultados obtenidos que la aplicación de la norma no ha sido del todo olvidada, pero si en muchos aspectos omitida lo cual no debería ser así, sin embargo se piensa que no son errores que no se puedan corregir, pero para lograr tal fin es necesario que todo profesional tome conciencia acerca la importancia de esta tanto técnica como socialmente por lo cual se anotan dos enfoques, los cuales son de gran importancia a saber y tener en cuenta para la sociedad en general para disminuir los problemas que se podrían presentar de no tenerse en cuenta mas la aplicación de esta a la hora de construir o comprarse una vivienda; ahora los enfoques a saber a los cuales se hace referencia en esta investigación son:

**TECNICO:** Como profesionales forjadores de un mejor mañana es importante a la hora de construir seguir con los lineamientos constructivos y especificaciones señaladas por las normas de cada país en nuestro caso para la construcción es la NSR- 98, cuya norma estipula cada uno de los pasos a tener en cuenta para obtener estructuras seguras y funcionales según las condiciones del lugar; evitando de esta manera que se presenten dificultades tanto técnicas al momento de construir como éticas a la hora de no cumplir por creer que no va a pasar nada mas adelante o que se pueden obtener muchos beneficios propios, los cuales sin darse cuenta lo que originan mas adelante es una pobreza moral.

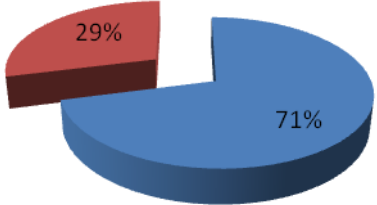
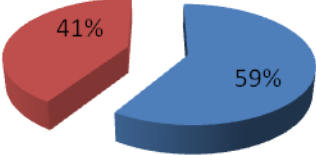
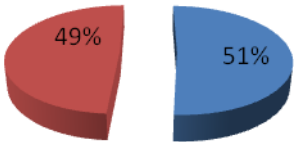
Por eso seria de gran interés que cada colombiano profesional en el campo de la construcción tuviese conciencia acerca de lo importante que es construir garantizando que dicha estructura posea todos los lineamientos constructivos y así garantizar la vida útil para la cual esta proyectada la obra, par tal fin se recomienda que a la hora de construir se deben conocer a la perfección cada uno de los procesos constructivos de las actividades a realizar y por otra parte un buen manejo de la NSR-98.

**SOCIAL:** Cada una de las construcciones que se realizan van en si dirigidas a una sociedad en general, los cuales al momento de comprar una vivienda solo creen haber alcanzado un sueño, y realmente lo es para los que con sacrificio lo han conseguido; por eso como profesionales debemos aplicar al máximo cada conocimiento obtenido y mas si se cuenta con una normatividad como lo es la NSR-98.

Por ende realizar viviendas de uno y dos pisos según los requerimientos de la NSR-98 y siguiendo cada paso de los procesos constructivos conllevaran a incrementar los niveles de seguridad y vida útil de una estructura, lo cual garantiza que estas es la mejor inversión que pueda realizar una familia.

## TABLA DE RESULTADOS

Después de haber realizado el estudio concerniente a la Aplicación de la NSR 98 en viviendas de uno y dos pisos según el título e en la ciudad de Barranquilla se pudo establecer los siguientes porcentajes, teniendo en cuenta las encuestas realizadas y las evidencias fotográficas:

CAPITULOS DEL TITULO E DE LA NSR-98	% CUMPLEN CON LA NORMA	% NO CUMPLEN CON LA NORMA	TOTAL	GRAFICO ESTADISTICO
E.2 MUROS ESTRUCTURALES	71	29	100	
E.3 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO	59	41	100	
E.4. LOSAS ENTREPISO, CUBIERTAS, MUROS DIVISORIOS Y PARAPETOS	51	49	100	

E.5 CIMENTACIONES	64	36	100	<p>A 3D pie chart with two segments. The larger segment is blue and labeled '64%'. The smaller segment is red and labeled '36%'.</p>
E.6. RECOMENDACIONES ADICIONALES DE CONSTRUCCION	43	57	100	<p>A 3D pie chart with two segments. The larger segment is red and labeled '57%'. The smaller segment is blue and labeled '43%'.</p>
APLICACIÓN TOTAL DE LA NSR-98 SEGÚN ESTUDIO REALIZADO	288	212	500	<p>A 3D pie chart with two segments. The larger segment is blue and labeled '58%'. The smaller segment is red and labeled '42%'.</p>
EN PORCENTAJE %	58	42	100	

**TABLA 3.** Tabla de resultados según las encuestas y evidencias fotográficas



## CONCLUSIONES

En el mundo actual de la construcción las medidas otorgadas por todas las normas ayudan al mejoramiento continuo del campo del control y vigilancia que ejerce tanto la Interventoria como cualquier empresa constructora al momento de realizarse una obra; Por tanto el debido cumplimiento de las normas que rigen un país se debe cumplir sin desmeritar ningún ítem ya que es de estas que depende la durabilidad de una estructura.

Después de haber realizado la investigación acerca la aplicación de la NSR – 98 en la construcción de viviendas de uno y dos pisos según el titulo E en sus capítulos del 1 al 6 en el distrito de Barranquilla se puede concluir que el conocimiento y aplicación de esta según la encuestas realizadas a las distintas obras dentro de la población respectiva en estudio arrojan unos porcentajes en los cuales pese a que demuestra el cumplimiento de la aplicación que se le da a la nsr-98 en viviendas de uno y dos pisos en construcción, de acuerdo al titulo E, en sus capítulos del 1 al 6, en el distrito de Barranquilla en el año 2007, también muestra un déficit en algunos ítem de tan citada norma acerca de el total cumplimiento y conocimiento de esta al momento de realizar una obra, con lo cual no se puede afirmar que en su totalidad sea incumplida pero si falta mayor sentido de responsabilidad por parte de constructores y dueños de las obras con sus trabajadores para fomentar el uso adecuado de la NSR-98 según titulo E y así poder garantizar edificaciones mas seguras y durables en el tiempo con el debido uso de la norma.

En vista del análisis realizado con respecto a la aplicación que se le da a la NSR-98 en viviendas de un y dos pisos en construcción, de acuerdo al título E, en sus capítulos del 1 al 6, en el distrito de Barranquilla se propone:

1. Las empresas constructoras pertenecientes a la ciudad de Barranquilla deben tomar más control acerca la debida aplicación de la norma NS-98 así como de fomentar mejor su utilización a todos sus trabajadores incluyendo Interventores, residentes, contratistas, maestros y obreros, ya que esta más que claro luego de realizar las encuestas que el uso inadecuado tiene un porcentaje desfavorable pero no irremediable, por tanto con una mayor concientización e implementación de cada uno de los ítems que en ellas describen se lograra que las edificaciones sean más seguras y durables en el tiempo..
2. Además a las empresas constructoras como a los entes contratistas tanto estatales como privados se les recomienda aparte de la concientización e implementación de la norma NSR – 98, que cada obra cuente tanto con un Interventor como con el respectivo residente de obra y así en cada una de estas se pueda disminuir dichos errores, esto pues en algunos casos se observo que por no ser obras de gran magnitud se omitía la presencia de estos por tanto el control debida la ejecución de cada proceso no era propiamente ejecutado.
3. Las familias deben ser más cuidadosas al momento de adquirir una vivienda por lo cual no esta demás que se den a la tarea de pedir una garantía que colabore a la buena calidad del producto que esta obteniendo.
4. Por tanto es deber de las empresas constructoras y de los demás entes, ser más conscientes de la importancia de la NSR- 98 y de la debida utilización no solo en la ciudad de Barranquilla sino en todo el país y así poder mejorar los procesos constructivos que muchas veces no son los adecuados y son ocultados bajo una

bonita fachada y que solo los nuevos propietarios sin saber se verán afectados después de que hayan pasado los primeros años.

5. De igual manera se le recomienda a los dueños de construcciones de viviendas que se estén realizando dirigirse al IDUC (Instituto Dístital de Urbanismo y Control), ya que ellos se encargan de determinar que la construcción, ampliación, modificación, remodelación o adecuación de la obra o construcción se realizó conforme a la licencia de construcción, las normas urbanísticas, de sismoresistencia y edificación.

1. Solicitud del servicio indicando nombre y dirección del proyecto, así como el nombre, dirección y teléfonos de la constructora, su representante legal y número de cédula de ciudadanía.
2. Anexar los siguientes documentos: Fotocopia de las licencias de construcción y planos, aprobados por la curaduría urbana.
3. Volante de consignación teniendo en cuenta lo que dicta la norma.

Copia de permiso de preventiva y /o venta (si aplica)

Copia de permiso de enajenador (si aplica)

Respuesta:

La respuesta toma ocho (8) días hábiles. Como respuesta recibe un acta de recibo de la construcción u obra o en su defecto una comunicación donde se expresan las razones para no recibirla. La notificación es personal.

Normas aplicables:

Ley 388 de 1997

Decreto Nacional 564 de 2006

## **BIBLIOGRAFIA**

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (1998). Norma colombianas De Diseño Y Construcción Sismo Resistente Nrs98. Santa fe de Bogotá, D.C. Colombia.

Revista semana. (Sep. 26 a Oct. 25 del 2005). Tiempos de decidir. (1221 ed. Pág. 116)

Teddy Antonio, C, A. y Ayinson Javier, G, P. (2002). Guía práctica de la construcción para vivienda de interés social de uno o dos pisos de acuerdo a la norma de diseño y construcción sismo resistente NSR 98, en zona sísmica baja y suelo arcilloso. Corporación universitaria de la costa Facultad de ingenierías Programa de ingeniería civil Barranquilla Colombia.

Metodología de la investigación. Gustavo Vergel Cabrales, Tercera edición. Editoriales Corporación Unicosta.

Estadística, Mc Graw Hill. Autor Murray R. Spiegel, Larry J. Stephens, Serie Schaum.